

地震観測記録に基づく地震動の減衰特性 (その4)

—地表に近い岩盤における減衰定数の評価と速度の揺らぎとの関係—

背景

設計用入力地震動評価において、硬質地盤のモデル化を目的とした減衰定数(Q_s 値)^{*1}の推定は、特に亀裂が多く不均質性の大きい硬岩では、室内試験による減衰定数の測定が容易ではない。そのため、鉛直アレイ観測による地震記録やPS検層などの波動伝播を用いた方法が有効である。しかしながら、これらの方法で推定される鉛直アレイによる地震観測が可能な地表に近い岩盤の減衰定数は、地下深部で推定されている値と比較して大きい(Q_s 値が小さい)傾向にあることから、その妥当性の検討が重要となっている。地表付近の減衰定数が大きくなる要因としては、地下深部と比べて拘束圧が小さくなることによる、岩盤の不均質性の増大が影響している可能性が指摘されている。したがって、岩盤の不均質性に起因する速度の揺らぎ^{*2}の大きさ(不均質強度)と減衰定数との関係性を明らかにすることが、推定された減衰定数の妥当性を評価する一つの方法として期待されている。

目的

地表に近い岩盤の減衰定数を地震観測及び物理探査の記録を用いた異なる手法によって総合的に評価し、岩盤の不均質性に起因する速度の揺らぎの大きさと推定された減衰定数との関係を明らかにする。

主な成果

1. 鉛直アレイ観測記録に基づく減衰定数の同定

地震記録の1Hzから20Hzを対象としたスペクトル比の逆解析から、バイリニア型周波数依存モデル^{*3}により減衰定数を同定した結果、花崗岩層の下限値として0.035($Q_s=14.2$)が得られた。これは既往の地表に近い岩盤における減衰定数の下限値とは調和的であるが、地殻における一般的な値と比較すると大きい値である。

2. 波動伝播に基づいた複数の手法による減衰定数の評価結果の比較

(1) ダウンホールPS検層記録の波動伝播から高周波数側(30Hz程度)の減衰定数を

評価した結果、地震記録から同定された減衰定数の高周波数側に現れる下限値とほぼ一致することがわかった。

(2) 鉛直アレイ観測記録のS波上昇波のスペクトル比から減衰定数を評価した結果、対象とした18 Hzから30 Hzの範囲において、地震記録から同定された減衰定数の下限値とほぼ一致することがわかった。

以上より、同定された減衰定数の高周波数側で現れる下限値については、波動伝播に基づく複数の手法による評価が整合する結果が得られた。このことは、バイリニア型周波数依存モデルの下限値に基づく減衰評価が有効であることを意味し、本検討地点における地表に近い花崗岩の減衰定数の下限値については、0.03程度であることが示唆される。

3. 同定された減衰定数とPS検層に基づく速度の揺らぎの大きさとの関係

検討地点近傍の花崗岩層について、PS検層結果から推定された岩盤の速度の揺らぎの大きさと同定された減衰定数の下限値には、比較的単純な正の相関がみられた。また、この相関関係は同程度の弾性波速度を有する既往の研究結果とも調和的であった。このことは、地表付近における岩盤の減衰定数(Qs値)の把握に、岩盤の不均質性に起因する速度の揺らぎの大きさ(不均質強度)を指標とした評価が有効である可能性を示唆する。

今後の展開

地震記録に基づく減衰定数(Qs値)の評価結果と原位置岩盤三軸試験法等による評価結果との対応について検討する。

- ※1) 減衰定数 h と Q_s 値は「 $h=1/(2Q_s)$ 」の関係にある。
- ※2) 岩石は複数の鉱物種によりランダムに構成され、内部に割れ目・空隙を含んだ不均質媒質であることから、岩盤の速度にはこの不均質性に起因した「ゆらぎ」が現れる。
- ※3) 周波数に依存した減衰定数の表現モデルでの一種で、ある周波数 f_0 より高周波数側では周波数に依存せず一定値(下限値)をもつ。同定される下限値については、比較的均質な地盤(岩盤)では、材料減衰に概ね相当することが指摘されている。

| | |
|----------------|--|
| 研究報告 N10004 | キーワード：鉛直アレイ観測，減衰，PS検層，速度の揺らぎ，岩盤 |
| 関連研究報告書 | 「動的上下動を考慮した地盤の安定性評価（その2）-鉛直アレイ記録に基づくP波およびS波の減衰特性の評価」U03012（2003.10） 「地震観測記録に基づく地震動の減衰特性-硬岩地盤における減衰定数の同定と地盤安定性評価に及ぼす影響-」N04041（2005.7） 「地震観測記録に基づく地震動の減衰特性（その2）-強震時の減衰特性を考慮した等価線形解析による上下動評価法の提案-」N05010（2006.2） 「地震観測記録に基づく地震動の減衰特性（その3）-硬質地盤における減衰メカニズムの解明-」N07013（2007.12） |
| 担当者 | 佐藤 浩章（地球工学研究所 地震工学領域） |
| 連絡先 | （財）電力中央研究所 地球工学研究所 Tel. 04-7182-1181(代) E-mail : cerl-rr-ml@criepi.denken.or.jp |